

IV－2 Elmqvist Thomas 教授講演 「都市のレジリエンスと持続可能性：よくある誤解と混乱」

市原 あかね

【解説】

これは、リスク・レジリエンス研究会発足のきっかけとなった 2017 年 3 月 14 日（火）の Thomas Elmqvist 氏の講演を、当日の音声記録にもとづいて市原が日本語に訳したものである。氏は、Stockholm Resilience Centre／Stockholm University の教授であり、専門は都市生態学・景観生態学・自然資源管理論である。この講演では、都市を対象に、レジリエンス、持続可能性、転換について、事例を交え分かりやすく話していただき、そして理論的にも示唆に富んだ、革新的な論点をご提示いただいた。

講演で Elmqvist 氏が取り上げた論点の主なものは、レジリエンス等を左右する社会・生態系・技術のかかわり、レジリエンスと持続可能性のかかわり、レジリエンスと転換（transformation）のかかわり、レジリエンス管理政策の重要性の四点である。これらについて簡単な解説を加えておきたい。

生態系と人間社会のかかわりを分析する枠組みとして、近年、社会-生態システム論が注目を集めてきた。これに対し、Elmqvist 氏は、都市を対象とするにはそこに技術の項を入れなければならないと、社会-技術-生態システム論を提唱する。都市論だからこそこの三者を統合する見方を出発点に、その後の論点が導出されており、景観生態学からのアプローチを発展させる重要な一歩となっている。

また、レジリエンスを常に善きものとする理解に対し、レジリエンスはシステム特性（非平衡定常状態や動的平衡の安定性の類いである）に過ぎず、望ましい転換のために、政策的意図的に強めたり弱めたりすべきであると指摘している。この点は、自然や自然と見なされていること（伝統などと名づけられていること）を規範・維持すべきものとする環境論や保全論に反省を促すものでもある。

政策論的含意も興味深い。持続可能性増進やレジリエンス管理にあたって、自然的自己組織的な「生命的システム (living systems)」と技術や人工物としての「建造システム (building systems)」を組み合わせる方法や考え方を多数紹介している。講演で紹介された「自然に依拠した解決策」は、かねてよりさまざまな形で実践されてきたが、そうしたものが都市環境・都市インフラ形成の中心的方法になることを予感させるものである。

関連して、特殊な目的のためのレジリエンスと、システムの全般的なレジリエンスを区別し、後者を一般的レジリエンス (general resilience) としている点や、鉄道等の建造システムの安定性（レジリエンス）を転換経路の安定性と関連づけ、転換政策のターゲットとする発想にも注目したい。これらの点は、Holling, C.S.の生態学的レジリエンス (ecological resilience) と工学的レジリエンス (engineering resilience) の区別を発展的に展開したものと

言えそうである。また、日本の国土強靱化政策のリスクやレジリエンスの理解を広い視野で位置づけ直す際の、ひとつの参照点を提供してもいよう。

ただし筆者としては、社会科学的研究がこうしたアプローチに接近してきたこと、そこでは社会や技術を一定の精度で分節化してきたことを指摘しておきたい。政治経済学的公害研究の成果である宮本憲一の間接システム論、経済地理学の Harvey, David の「社会と生態系の変化の弁証法」「資本の七つの活動領域」、拙著の「物質・言語・貨幣に媒介された社会-生態システム」のように、政治・経済・社会過程に分節化された社会関係と社会の物質的構造（技術構成）、生態系とのかかわりを総体としてとらえる枠組みも議論されている。

これら社会科学の成果とともに、個人や文化をも位置づけ、総体のダイナミックな相互作用を理解することで、環境論はより豊富化され、その政策論も血の通ったものになるだろう。そのような社会-（技術）-生態システム論が必要であり、そのためには人文社会科学と生態学等の自然科学や工学等との協働・統合が求められる。

翻訳にあたっては、当日、逐次通訳をお願いした早川芳子氏の訳を参考にさせていたが、市原が全面的に訳し直した。また、スライドを用いての講演であり、図や写真がないと分かりにくいのが、特にレジリエンスや転換についてふれた理論部分の理解には不可欠である。そこで、Elmqvist 氏のスライドから理論に関わる 3 枚の図を転載することにした。また、市原が、図に対し翻訳にかかわる若干の修正を加えた。見出しは、わかりやすさと簡便化のために、スライドタイトルを参考に市原が適宜付した。

【Elmqvist Thomas 氏講演 都市のレジリエンスと持続可能性：よくある誤解と混乱】

こんにちは。今回、金沢にこのようにお招きいただきまして、非常に名誉に感じております。市原先生、ありがとうございます。

長年金沢に来たいと計画はしていたのです。能登の里山里海を見る機会はありませんでしたが、金沢は今回が初めての訪問になります。心からこのご招待を感謝しています。しかも、こちらに来てから本当によくお世話をしていただいて、心遣いをうれしく思っています。

私はトマス・エルムクビストと申します。自然資源管理論の教授であり、ストックホルム大学のストックホルム・レジリエンス・センターに所属しています。

ここ 10 年間、私は、世界の様々な地域において都市化に関わる研究に従事してきました。持続可能性とレジリエンスの観点において、都市化がもたらす課題と可能性に対する理解を深めてきました。持続可能性、レジリエンス、本日はこの二つの概念を取り上げ、深めたいと思います。しかしその前に、この星の持続可能性に関心を持つ者にとって、なぜ都市が重要な問題なのか、私の考えを示しておきたいと思います。

そこで、講義の最初の部分で、都市の概念とともに、都市化の速度や性質について簡単にお話ししましょう。二番目の部分では、議論を深めて、都市化がどのようにレジリエンスや持続可能性と結びついているのか、また、さらに少し理解を深めて、どのように持続可能性をより操作可能なものにするかについて述べたいと思います。

新都市行動計画 New Urban Agenda とグローバル目標 Global Goals

都市化は、グローバルアジェンダにとって、今や重要な問題となっています。去年（2016年）の10月、193の国連加盟国によって「新都市行動計画（New Urban Agenda）」が採択されました。エクアドルの首都キトで行われた第3回国連人間居住会議（ハビタットIII Habitat III）でのことです。これは、国連会議としてこれまでで最大規模のもので、4万5000人の参加者のもと、都市問題を議論しました。そこで主張された「新都市行動計画」は、これからの10年間の都市開発に関わる基礎となる文書です。

「新都市行動計画」が出発点としているのは、もちろん、「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals SDGs）」であって、これはグローバル目標（Global Goals）とも言いますが、とりわけ、11番目の目標「持続可能な都市と地域社会〔都市を包摂的で安全で、レジリエントで持続可能にすること〕」です。この項目は、多くの項目と、いや、ほとんどのと言いましょ、ほとんどの項目と連結しています。

国際社会と国連加盟国は、今、都市化と持続可能性についてさまざまな点から注目し、重視しています。なぜ私たちは「新都市行動計画」を設け、「持続可能な開発目標 SDGs」の11番目の目標を立てるのか。もっとも重要な理由のひとつは研究の結果が示したことだったと思います。都市化の勢いがすさまじさを増すこと、それが意味する天然資源消費の変化や土地利用の変化、その他の影響が明らかになりました。国際社会が、都市化を管理して持続可能なものとしようという考え方や方法を提案し、またそれらに耳を傾けるのは、大変重要なことです。

挑戦と可能性

さて、この図（省略）は、これから起こるそうした変化の重大さを示したものです。2030年までに都市域とすることが予定され、計画されすでに決定されている地域は、2030年の段階において都市であると予想される地域の60%以上、3分の2で、この部分はまだ開発されていません（訳注：2000年現在すでに都市化されている面積の倍にあたる）。国際的な規模で膨大な投資が、都市開発やインフラ整備に、都市に流れ込む移住の動きに備えてつぎ込まれています。

しかし、これは私たちがもっている可能性を示してもいます。この場合、多額の財政資源と投資がすでに開発のために仕向けられることになっています。確かに、難問に取り組まなければなりません。これから取り組まなければならない開発と建設は膨大です。私たちは、建設をより持続可能なやり方に導かなければなりません。この点が、国連加盟国がSDG11、つまり都市開発に関わる持続可能な開発目標の必要性を確信したもっとも重要な説得力のある議論でした。

今日、私たちの社会は、気がついたら部分、部分、ばらばらに分かれています。私たちの挑戦はこの点に関連しており、私たち自身を、新しい開発に必要な知識や実践を、どのように組織するかへの挑戦です。科学にはバラバラの複数の領域があり、社会科学と自然

科学、工学、経済学との統合が不十分です。このことを理解してガイドライン作成を促進する必要があります。実践の場面では、行政の運輸担当、健康担当、緑地担当、廃棄物管理担当の間もバラバラになっていて、これらを実践において統合する必要があります。

統合の課題とシステム・アプローチ

去年の10月、キトでハビタットⅢ会議が行われている時期に、私を含む科学者グループ、北米、南米、アフリカ、アジアの都市研究を代表していると思いますが、そのグループが“Nature”誌に「科学者は都市の未来について発言しなければならない Scientists must have a say in the future of cities」と題する論評を発表しました。その中心的な主張は、私たちは科学、つまり社会科学、自然科学、工学、経済学の統合に、本当に真剣に取り組まなければならないという点でした。

また、私たちは、もっともっと積極的に、真剣に、実践家、政策立案者と関わり協力することも必要です。そうすれば、この、持続可能な都市開発のための新しいガイドラインを、ともに開発することができます。これはやり遂げなければならないことであり、研究者コミュニティは、大学の中で統合されるだけでなく、社会と融合しなければならないのです。

ほんの少し前、2、3カ月前に出版したもう一つの論文「持続可能な都市のためのシステム・アプローチ 定義と改善 Defining and advancing a systems approach for sustainable cities」は、フューチャー・アース（Future Earth）に参加しているたくさんの都市研究者と執筆したものです。私たちのメインメッセージは、研究者コミュニティに対し、持続可能な都市と都市開発のために、ともに、システム・アプローチを発展、統合させようというものでした。

システム・アプローチは、異なる部門間の統合を促進します。これは都市開発にとって重要なことです。それだけではありません。システム・アプローチの見方をとれば、異なる地理的規模をも扱えます。行政区域の境界の内側には都市をとらえることはできません。都市が世界と、後背地とどのように相互作用しているか、物質やエネルギー、人間、資金のフローを観察するのです。都市は開放系であり、私たちが持続可能性のために管理しなければならないのは開放系です。

都市の社会-技術-生態システム

都市論が、より多方面にわたるシステム・アプローチへと段階を踏んで展開してきたことを示しましょう。

この図（省略）の真ん中のものは、言ってみれば、社会-技術システムです。これは長い間支配的に用いられてきて、都市を利用し場所を方向づけ、空間と技術と人間を増強してきたやり方です。ですから、これは歴史的な見方、伝統的な見方です。

その次に、近年現れ、都市も対象に発展してきた見方が、社会-生態システムです。空間

や地域は人間にも自然にも属しているととらえる点が重要です。私は、これまで都市域における人々と自然の連結にかかわる研究の発展に参加してきました。この見方は、都市を扱うにあたって、新たに現れた非常に有力なものです。

さて議論の、都市論の三つ目は、生態-技術システムと呼ぶべき見方です。このような発想はまだほとんど探求されていません。しかし、将来の研究領域として広大でわくわくするアリーナが広がっていると考えています。どのように生命的システムと建造システムを結合させ、人類の居住環境を供給するかという研究です。

こうして、もちろん、私たちは、これらの見方の三つの側面を結合しなければなりません。より現実的には、擬似有機体として社会、技術、生態系を結合して扱うことになるでしょう。これら三者は総体として関係し合っています。

都市の社会-技術システムの面に関しては、理解も研究も、莫大な文献と優れた伝統があります。この10年間には、人間と自然の相互作用についての理解もどんどんと蓄積されています。しかし、生態-技術システムは少々新しいものです。続けていくつかの例を紹介しましょう。

自然に依拠した解決策：生命的システムと建造システムの統合

自然に依拠した解決策という考え方をしましょう。自然に依拠した解決策には幅広い発想があり、生命的システムを建造システムと統合する様々な方法をつかみ出そうとしています。それによって、都市での熱波の影響を抑えるとか、洪水のピークとその及ぶ範囲のリスクを引き下げるといった有意義な効果を具体的に実現しようというのです。このようなやり方で、今日、すでに実施されている例が、屋上庭園や壁面緑化で、建築技術には様々な革新的な様式があります。

しかし、これは、今後実際に実現可能なことの端緒に過ぎないと思います。生物学、生態学、工学、心理学、社会科学を結合して、生命的システムの利点を全面的に生かして新しい都市環境を創造する。未来には、生命的システムの利点をうまく確実に扱えるようになるでしょう。その利点を、私たちが現に生活し働いている建造システムに付け加えるのです。

都市を襲う熱波

非常に具体的な例を示しましょう。ひとつは、ご存知の都市の熱波に関連しています。気候変動予測を見ると、これまでよりも頻繁に、より激しい熱波に見舞われるようになるようです。特に都市がひどいです。都市を熱波が襲った場合の深刻な状況は、2003年8月のヨーロッパに示されています。大変激しい熱波が西ヨーロッパを襲いました。パリのような地域ではまさに大惨事でした。計算によると、ヨーロッパでは推計7万人を超す人々が亡くなりました。熱波を原因として、ほとんどは都市部で亡くなりました。多くは高齢者と幼い子供で、移動性が低く、脱水症状になりやすい人々です。

都市景観を構成する樹木の冷却効果

そこで現在、世界中の地方自治体が、将来の熱波に対処するために、いかに戦略を立てるか研究しているところです。選択肢のひとつで多くの自治体が注目しているのは、植生と樹木を利用して都市を冷やす方法です。これには実質的な効果があります。例えば、都市景観内で樹冠による被覆を 10%から 20%へと高めていくと、だいたい 3℃から 8℃の間で気温が下がります。これは相当な冷却効果です。

都市にとって、植樹への投資が公衆衛生の観点から有意義であることを、多くの事例が示しているようです。もし、樹冠による被覆を 20%に増やすと、複合的な福祉の向上も見込むことができます。大気汚染物質の生成を減少させ、リクリエーションと身体的健康を促進しといったことです。それだけでなく、地方自治体の中で、都市の生物を多様化し都市を多様な生物の隠れ家にすることもできます。

ハリケーン・カトリーナと南ルイジアナにおける湿地再生

次の例は、海面上昇と暴風雨の頻度上昇に関係があります。この写真は、皆さんの多くがまだご記憶のことでしょうが、2005 年にニューオリンズを襲ったハリケーン・カトリーナの猛威の様子です。1500 人以上の方が亡くなりました。これは北米の都市を襲った大規模災害のひとつです。そして、巨大で豊かな都市が、大きくて豊かな国が、こんなにも自然の猛威に対して脆弱であるということに、多くの人々が驚いたのではないのでしょうか。

なぜニューオリンズがこのように脆弱なのか。その理由のひとつが、この図（省略）にはっきりと示されています。この赤い部分は大変広大ですが、消失した湿地です。1930 年代から今日までの間に、石油・天然ガス産業、その他の建設工事や劣化によって消失しました。このことが南ルイジアナを大変脆弱な状態にしたのです。

今日、南ルイジアナで起こっていることとはこのようなことです。計算によると、湿地 1km ごとに波高を 1m 減少させる可能性があります。そこで、湿地を取り戻そうと広大な再生プロジェクトが動き始めました。ニューオリンズに住む人々のリスクを削減する戦略の一部です。誰もがリスクの現実性をわかっているでしょう、トランプ氏は例外でしょうが。暴風雨が起こる頻度が高くなり、海面も上昇しているのですから。

自然に依拠した解決策と都市の再自然化

今や、非常に大きなプロジェクトが、連邦政府、州、地方自治体を巻き込んで、1 億 US ドル以上の資金を投じて行われています。暴風雨や海面上昇のリスクを削減する目的での自然再生に対してです。

政府や地方自治体が自然に依拠した解決策を研究しているのは、北米だけではなくあります。ヨーロッパでは、今年の 1 月に、欧州委員会の大変大きなプロジェクトが始まりました。1 億 2000 ユーロをかけたデモンストレーション・プロジェクトで、EU 全土の都市を対象にしています。自然に依拠した解決策と都市の再自然化が、どのように気候変動に対する脆弱性を緩和するかを、実物で示すプロジェクトです。

シンガポールの場合

このアイデアの実施においては、アジアは先んじています。そうした例を、シンガポールを取り上げて紹介しましょう。シンガポールは、1980 年から大変体系的に都市計画を展開し、グリーンインフラ整備を対象とし、都市開発の一部に組み込んできました。それが効果を上げて、都市人口の増加にもかかわらず、緑被率を 36%から 47%まで上昇させました。これは快挙と考えられます。シンガポールは大変小さな狭い空間なのですから。そして同時に、シンガポールは世界で最も健全な都市と評価されています。

都市緑地のイノベーション

こちらの住宅は（写真省略）、ニュー・フロンティアである生態-技術的イノベーションの例と考えられます。例えば、インドア・ウエットランドの実験を参考にして、建物内に出る排水の汚物を削減、浄化しています。また、大変実験的で SF のように聞こえるかもしれませんが、自己修繕コンクリートも使われています。コンクリートとバクテリアが共生し、コンクリートのヒビを自分自身で直してしまいます。

都市景観において、どのように生命的システムと建造システムを統合するか。世界中で、このことに関連する多くのイノベーションと創造的思考を見いだすことができます。実際、この福岡の写真（省略）が示しているのは、大変革新的なやり方で居住エリアをデザインした例だと思います。この例は、（緑化の）積極的な効果によって、気温を下げ、大気汚染を軽減し、騒音を抑え、素晴らしい、健康的な雰囲気の人々に提供してしまいます。

また、もう一つの例（写真省略）は、もしかするともっとも革新的かもしれません。小さな空間しかないのなら、日本がそうかもしれませんね、そうした場所で緑地が欲しいなら歩けば良いのですから。

都市のレジリエンスと持続可能性

さて後半では、都市の文脈でのレジリエンスと持続可能性を取り上げましょう。私は、これらの概念は、都市との関連においてより挑戦的で重要なものになると考えています。

この 20 年、いろいろな分野で、持続可能性に対する理解が劇的に深まってきましたが、長い間、都市については、どうも、別なようでした。私が思うに、都市には特有の理論的課題があって、現行の持続可能性やレジリエンスの理解では対応できないのです。その理由は、少なくとも三つ指摘できます。

第一の理由は、非常に複雑であることです。社会、生態系、技術のシステムの複雑性です。今ひとつの理由は、都市を機能させているのが大量のデザインであるという点です。私たちは、更新していく生態系のような自己組織系とともに活動しているわけではありません。全てがデザインされているのです。三番目は、規模の問題です。レジリエンスと持続可能性を役立てるには、規模をしっかりと理解することが大変重要です。どのようなシステムなのか、そこにどのような相互作用が存在するのか。そして、地理的規模と時間的規模はどうかを議論するのです。行政区域の境界の中には私たち自身のことを知ること

ができません。それでは失敗してしまうでしょう。

私思うに、都市のレジリエンスや持続可能性を扱う議論の多くが、生命的システムの役割の重要性を見落としてきました。生命的システムは緩衝能力の一部をなして、確実性をもたらしたり予測不可能性と驚異に対処したりします。根底には、水産業、林業、農業など他の様々な領域において用いられているレジリエンスをどのように解釈するかという問題があります。だから、都市の議論において、生命的システムが、新たな驚異が生じた際にそれに対応する能力を提供することで、将来の不確実性を扱う場面で大変重要な役割を果たすことを見落としてきたのです。

さまざまな議論や文献を見て、ハビタットⅢの目標 11（都市と人間の居住を包摂的で、安全で、レジリエントで、持続可能なものにする）に至るまでのものを見て、人々がどのようにレジリエンスと持続可能性を理解しているか、どのように定義しているかを明らかにしようとすると、定義が曖昧で、ぼんやりしていて、時に混乱していて理解していることがわかります。そればかりか、この二つのコンセプトが同じことを意味している場合もあります。

新都市行動計画の中で、この二つの概念が頻繁に用いられていることは事実です。レジリエンスは最も多くて 17 回、持続可能性には 11 回言及しています。レジリエンスと持続可能性を同じ文で用いているのは 8 回です。

持続可能性とレジリエンスの概念は曖昧に理解されているようで、両者の意味は重なっており、常に正の相関関係があると考えられているようでもあります。その例を行動計画から引用してみましょう。「都市がどのように計画され、資金調達され、開発され、建造され、統治され、管理されるかが、都市域を大きく越えて持続可能性とレジリエンスに直接影響を与える」。ここには、持続可能性に投資をすれば、自動的にレジリエンスを強化するという見方が示されています。

そこで、問題は、「持続可能性とレジリエンスが意味するものとは何か」「両者の間には常に正の相関関係があるのだろうか」という点です。二つの概念をより深く理解していきましょう。

レジリエンスのよくある（狭い）説明

よく用いられている、私が狭い見方だと考える解釈では、持続可能性は、資源やエネルギー利用の効率性を高めることとされています。つまり、効率性が非常に強調されています。そして、レジリエンスは、多くの場合、災害から回復する能力だと考えられています。でも、これらは、都市の文脈からは非常に狭い考え方だと思います。持続可能性とレジリエンスに関わる私たちの理解を、都市の文脈でもっと深く掘り下げる必要があります。ここに、生命的システムをその一部として、不確実性を減少させたり高めたりするような様相を導入しましょう。

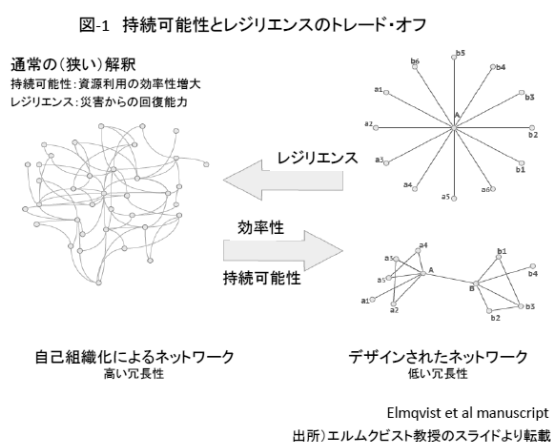
また、もうひとつ論点を出しておきましょう。持続可能性はもちろん規範的な概念で、

社会全体の大望をかなえる戦略全体を基礎づけ、その核心部分において規範的です。レジリエンスも規範的とされ、何らか常に良いものだと考えられていますが、私は、それは間違った方向だと主張します。レジリエンスは非規範的意味で用い、複雑系の特性と捉えた方がずっと有意義です。状況に応じて望ましいレジリエンスは現れて欲しいのだし、望ましくないレジリエンスは縮小してほしいのです。

自己組織ネットワークとデザインされたネットワーク

さて、自己組織化とレジリエンスは正の相関関係にあるという点に関わる疑問に対し、私は、両者が明瞭なトレード・オフ関係になりうる、必ずではありませんが、なりうるということを、例をあげて述べましょう。

図-1 の左側の図は、非常に高い冗長性を持った自己組織化によるネットワークを表しています。冗長性とは、ネットワークの中にたくさんの経路を持っているということです。一つがダメになっても他は大丈夫です。インターネットのデザインの基本原理がこうしたものです。インターネットは、攻撃に対する脆弱性を弱め崩壊することがないように、高い冗長性を持つようデザインされています。



右側は、デザインされた冗長性の低いネットワークです。これは、多くの場合、効率性を高める目的でデザインされています。左側のシステムは冗長性が高いので非効率です。このようなシステムに効率性基準を用いれば、必ず右のようなシステムを手にするようになります。問題は、持続可能性を高めより効率的なシステムとなると、同時にレジリエンスを失ってしまうことです。これが、持続可能性とレジリエンスはトレード・オフの関係にあるという例です。

そこで、私たちは、効率性を増大させる際には、合わせて必ず、自己組織化ネットワークの性質を獲得するよう、システムの中に冗長性をデザインして導入するというアイデアを提起しなければなりません。効率性に関わる合理的な目標を実現し、しかし冗長性を失わないというやり方です。これは挑戦です。

持続可能性と一般的レジリエンス

より深く理解するために、これらを一緒に捉えてみましょう。ひとつの軸に低い持続可能性と高い持続可能性をおきます。これは規範的次元です。こちらの軸には低い一般的レジリエンスと高い一般的レジリエンスをおきましょう。こちらは非規範的次元です。

一般的レジリエンスが何を意味しているか説明したいと思います。一般的レジリエンス

とは、わからないことや驚異、予測不可能なことに対処するシステムのレジリエンスのことです。身体を持つ免疫システムはこの能力を持っていて、体を襲う全く新しい苦しみ、あるいは予期できない驚異に実際に対処します。これがレジリエンスの意味するところです。私は、レジリエンスの最も重要な特徴は不確実性や予測不可能、脅威に対処する振る舞い方だと考えています。それが一般的レジリエンスという概念でとらえるべきことです。これは、特殊な、あるいは特定されたレジリエンス、洪水のリスクを削減するためだけにデザインされたような場合のレジリエンスとは違います。何かある特殊な事柄のためにデザインされた場合のレジリエンスとは違います。これがレジリエンスのより興味深い側面です。

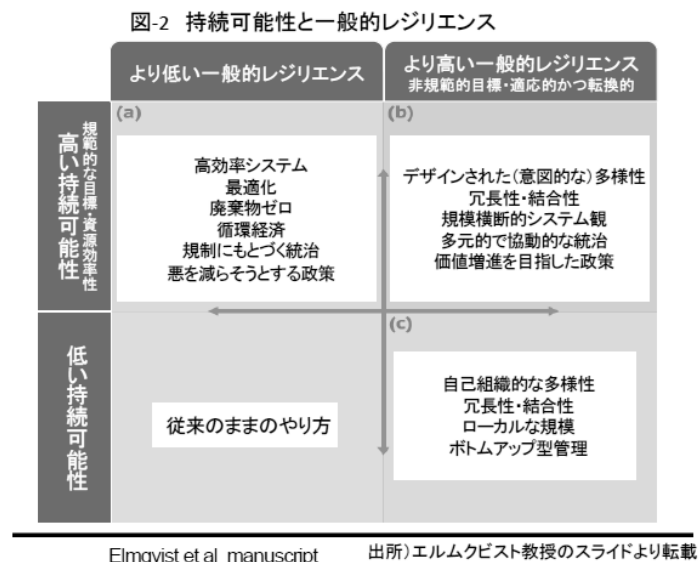
「従来のままのやり方」から「持続可能で一般的レジリエンスの高い状態」へ

これらの関係を捉えるために、図-2 が何を意味しているのか理解していきましょう。

現在の状況はここ（「従来のままのやり方」）です。おわかりでしょうが、持続不可能でレジリエンスも低い状態です。ここから移っていかねばなりません。目下のところ、現行の経済重視思考や成長といったパラダイムの内に止まっているようです。多くの社会が、この戦略のもとで、上のこちらの状態（a）に移ろうとしています。日本は世界のそうしたリーダーのひとつでしょう。

これは良いことですが、十分とは言えません。私たちは、高効率化を目指した改良やエネルギー・資源利用の最適化、廃棄物ゼロと循環経済の採用に向かって進んでいます。こうしたことは全て良いことです。しかし、これらを、現在のパラダイムのもと、規制に基づいて、ほとんどをトップダウン型ガバナンス・システムで実施しています。ほとんどの政策は悪を減らそうとするタイプの改良策で、会社の排出を削減するか、環境への影響を削減するといった政策です。良いことです。しかし、私が主張したいのは、より持続可能と思われる社会を構築しても、それがレジリエントとは限らないということです。

というのは、レジリエントになるには、一般的レジリエンスを獲得するには、生きている構成要素を導入する必要があるからです。私たちの社会の中に冗長性を導入するようデザインする必要があります。多様性と結合性を供給するよう意図的にデザインする必要があります。都市の中に広範囲にわたって生命の世界、生命的システムを導入することで実



現することができます。多分、もっとも有望な方法は、技術システムの中に、あるいは社会-技術システムの中に冗長性をデザインすることでしょう。

もう一つの、持続可能な都市にとって重要な例は、持続可能な発展がレジリエントでもあることです。(b) は、システム論の規模横断的視点を採用し、オープン・システムと協働し、都市があるところから遠く離れた地域をも含む多くの異なる地域と相互作用を持っています。ガバナンスはより包摂的で、単なるトップダウンではなく、トップダウンとボトムアップの組み合わせです。価値増進的と言うべき政策を行い、人々や企業に、排出やフットプリントの削減を求めるだけでなく、社会にとってプラスになることを付加するよう求めます。これはパラダイムの転換です。

もっと具体的な例を出しましょう。ダイアグラムのこの部分 (a) の類型に合う例は、大規模な炭素捕獲技術です。巨大な工場を建設し、大気中の炭素を取り除くものです。持続可能な発展の一部と見ることはできますが、レジリエンスが高いとは限りません。未だ現行の大規模技術による解決のパラダイムに囚われていて、脆弱かもしれません。

こちら (b) の例もエネルギー部門です。各家庭に太陽電池パネルを置いて、広域グリッドに接続しています。一つのエリアでの生産が潰れても、他から供給することでバッファ能力を発揮することができます。持続可能性の考え方とシステムのデザインされた冗長性と、両方を満たしています。

三つ目 (c) の例は、ローカルレベルの、再生可能エネルギーに依拠した家族です。接続していないので大きなシステムとの協働がなく、効率的ではありません。具体的には、南カリフォルニアのヒッピーたちがその例です。再生可能エネルギーを利用して生活していますが、接続していません。これをグローバルな規模で展開してしまうと、持続可能ではありません。

レジリエンスと転換、持続可能性

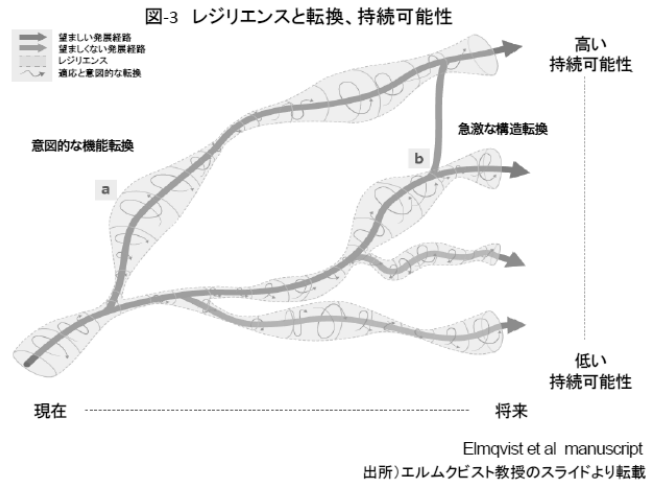
さて次に進みましょう。もう一つの挑戦的な概念が、転換です。多くの人は、レジリエンスと転換が互いに関係しているという見方に対して違和感を持つようです。両者は対立する概念であると考えているからです。つまり、レジリエンスはある状態を維持してとどめておくことであり、一方、転換は何か異なる状態に変化することだと考えているのです。

これから、レジリエンスと転換は互いに関連づけて理解すべき概念であることを論じます。持続可能性とレジリエンス、転換の三つの概念について考えましょう。この関連は重要です。この関連を正しく管理し建設する方法を理解することは、建物をもっと操作可能な状態にして SDGs の使命を実現しようとする際に、特に都市部でそうするのに役に立つでしょう。

図-3 は、先ほど議論した現在と未来を描いたものです。軌跡は、持続可能性の低い状態から高い状態へと移動しています。社会-生態-技術システムの文脈に依存して、異なる経路となります。望ましい経路が青色（上の二本）で、望ましくない経路は灰色（下の二本）

です。

青色の場合は、持続可能性が低い状態から高い状態に変化しています。レジリエンスは、ここではこのトンネルで表されています。太いところはレジリエンスが高く、狭いところはレジリエンスが低い状態です。私たちは、介入することによってトンネルの幅を変えて、実際に影響を与えることができます。介入するとは、例えば、冗長性や重要な構成要素、社会的構成要素、社会的信用、その他のものをどうするかです。これらはレジリエンスに影響を与えます。



形成した政策は、あなたが社会に対して行う介入です。これによって、レジリエンスのトンネルを広くしたり狭くしたりが決まるでしょう。この図の、トンネルが広い場合は、外的攪乱に対する緩衝装置が働くでしょうから、新しいことを実験したり試したりする余裕があります。そのようなことをしてもシステムが壊れてしまうことはないでしょう。レジリエンスの古典的な見方にあるように、システムは攪乱に耐えるだろうからです。

やろうと思えば、たどっている持続可能な発展経路の周りに大きなトンネルを作ることができるのです。まず、ひとつ目の転換のあり方を説明しました。大きなレジリエンスのもとで生じる転換です。

ここまでは、aのパターンの、可能な、望ましい状況の経路のレジリエンスを強化、拡大して、トンネルを広くして行う機能転換について説明しました。

もうひとつの転換は、もっと突然に起こる、bのタイプの、構造転換と呼ばれるものです。理想的にはこの一番持続可能性の高い状態に行きたいが、今は持続可能性が低い状態（上から二本目の軌跡）にある。そのような時に、今いるところから急激に上に移ってしまう場合です。この転換は、レジリエンスが低い時にのみ起こります。そのような時のみ、軌跡のシフトが可能となります。この転換が望ましいのなら、レジリエンスを下げるようデザインすることになります。

次に具体例を紹介しましょう。

機能転換

最初の例は、転換aのケースです。機能を生み出している構造があります。その機能は、いくつかの点で、もはや望まれていないし必要ともされず、実際のところ壊れて機能を停止しています。世界の多くの都市にある、もはや使用されていない古い鉄道システムがこの例です。この構造は、現在機能していません。なぜならその機能は必要とされていない

からです。しかし、そうした事例を見ると、多くの都市で、人々がその構造に新しい機能を見出していることに気づきます。構造は大変レジリエンスが高く、撤去に多額のお金がかかるので、古い構造を用いて新しい機能を見出した方が良いからです。

ハインラインパークはニューヨーク市の公園で、不要となった高架鉄道を生か返させたものです。北米でもっとも住民に愛される公園となりました。これが第1のケースです。構造はまだ残っていて、新たな機能を発明し機能をシフトした例です。

構造転換

次は構造転換b、構造転換のケースです。構造が変わってしまうとしても機能を維持しようとする場合です。これはよりドラマチックで、転換するためにレジリエンスを下げる必要があります。意図的にレジリエンスを引き下げて行います。

再び交通部門の例ですが、今日、典型的に見られる個々人の自動車による交通と、それによる都市空間の混雑を取り上げます。都市部において望ましい交通機能を維持しようと思うのなら、構造を変える必要があります。なぜなら、個人個人の自動車を中心とする交通、都市を覆う交通は、持続不可能で、健康問題でも大きな問題を引き起こし、そして事故、それ以外にも莫大な望ましくないものをもたらすからです。

交通の機能は維持したままで、もちろん構造は変えましょう。別のタイプの交通が研究されています。ケーブル・ベースやエアー・ベースは貴重な土地を奪わないので、生み出された土地を居住地や緑地など別の用途に使うことができます。それらを「構造転換」に活かすこともできます。

これは機能を維持して構造を停止する例です。これができるのはレジリエンスが低い場合のみです。しかし、自動車産業や化石燃料産業は旧来の構造を維持しようとしています。私たちがこの転換を実行できるのは、このシステムのレジリエンスを下げることでできた時のみです。

この、機能を維持して構造を変える急激な転換の重要性を強調して、私の話を終わりにしましょう。

本講演の詳しい内容は、今年2017年の後半に、ケンブリッジ大学出版から出るオープンアクセスの書籍“Urban Planet”で述べています。これは、東京で過ごした2ヶ月間の短いサバティカルの間に研究したものです。8月半ばに会議を開催する予定ですので、そのころには出版できたらと思っています。

最後に、私の研究を、長年、ご支援いただいた様々な組織に感謝申し上げます。また、今日集まってくださった皆さまへの感謝を込めて、ご清聴ありがとうございました。

(訳：市原あかね)

本講演でふれられた Elmqvist 氏の論文は以下の通り。なお、“Urban Planet”の出版はずれ込んで、この 2018 年 4 月の予定となっている。

McPhearson T, Parnell S, Simon D, Gaffney O, Elmqvist T, Bai X, Roberts D, Revi, A: Scientists must have a say in the future of cities. *Nature* 538, 165-166, 2016.

Bai X, Surveyer A, Elmqvist T, Gatzweiler FW, Güneralp B, Parnell S, Prieur-Richard, A-H, Shrivastava P, Siri JG, Stafford-Smith M, Toussaint J-P, Webb R: Defining and advancing a systems approach for sustainable cities, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Volume 23, 69-78, 2016.

Edited by Elmqvist T, Bai X, Frantzeskaki N, Griffith C, Maddox D, McPhearson T, Parnell S, Romero-Lankao P, Simon D, Watkins M: *Urban Planet - Knowledge towards Sustainable Cities*, Cambridge University Press, Expected online publishing data: April 2018.

図-1 持続可能性とレジリエンスのトレード・オフ

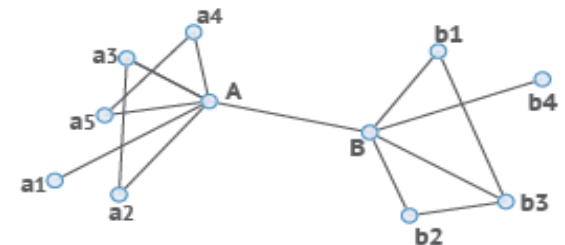
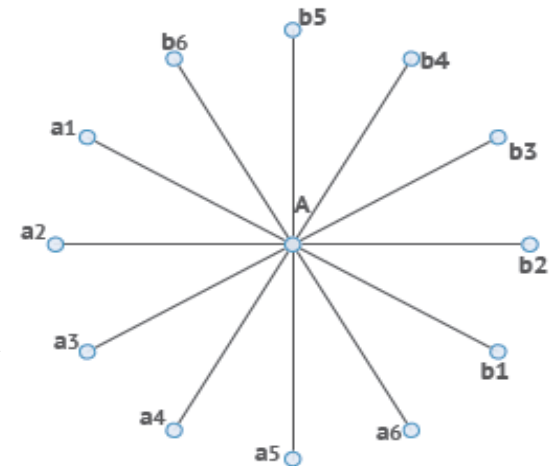
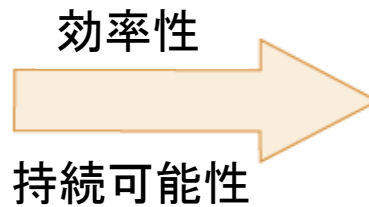
通常の(狭い)解釈

持続可能性: 資源利用の効率性増大

レジリエンス: 災害からの回復能力



自己組織化によるネットワーク
高い冗長性



デザインされたネットワーク
低い冗長性

Elmqvist et al manuscript

出所) エルムクビスト教授のスライドより転載

図-2 持続可能性と一般的レジリエンス

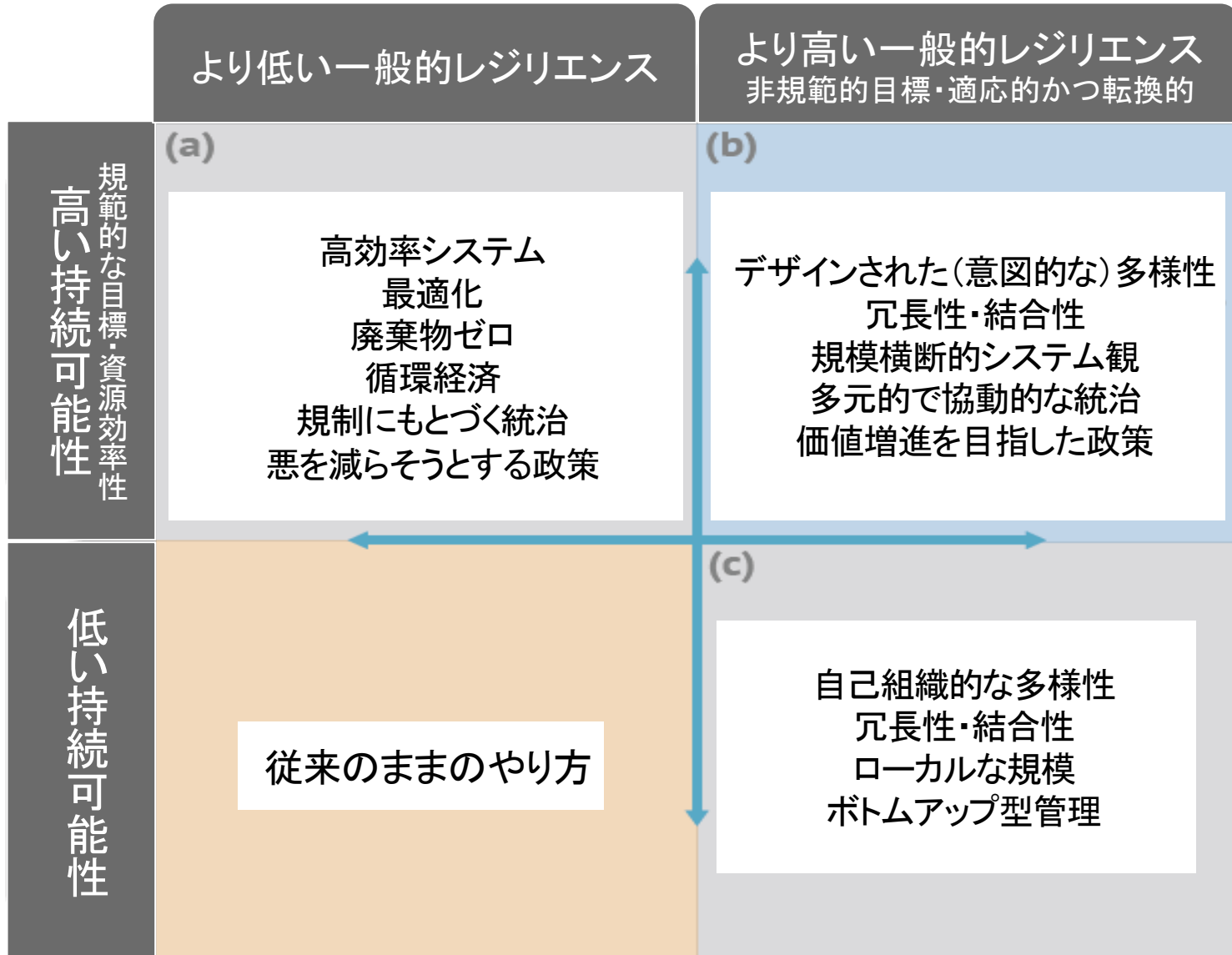
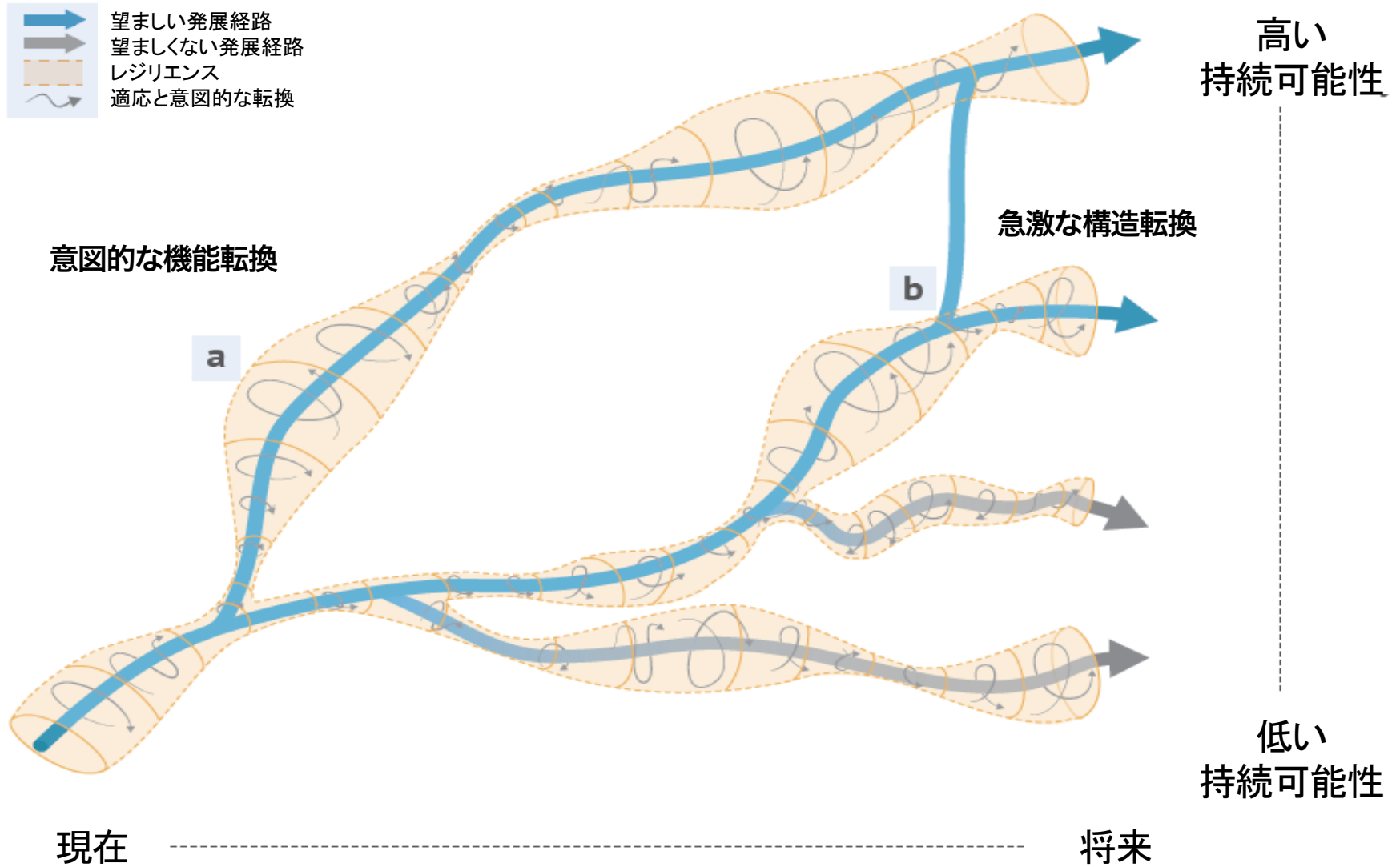


図-3 レジリエンスと転換、持続可能性



Elmqvist et al manuscript

出所) エルムクビスト教授のスライドより転載